

CIRCUIT SUBSTRATE WITH HEAT SINK

Publication number: JP2003007895

Publication date: 2003-01-10

Inventor: NAGASE TOSHIYUKI; NAGATOMO YOSHIYUKI

Applicant: MITSUBISHI MATERIALS CORP

Classification:

- international: H05K7/20; H01L23/12; H01L23/14; H01L23/373;
H05K1/02; H05K1/03; H05K3/20; H05K7/20;
H01L23/12; H01L23/34; H05K1/02; H05K1/03;
H05K3/20; (IPC1-7): H01L23/12; H01L23/14;
H01L23/373; H05K1/02; H05K1/03; H05K3/20;
H05K7/20

- european:

Application number: JP20010184272 20010619

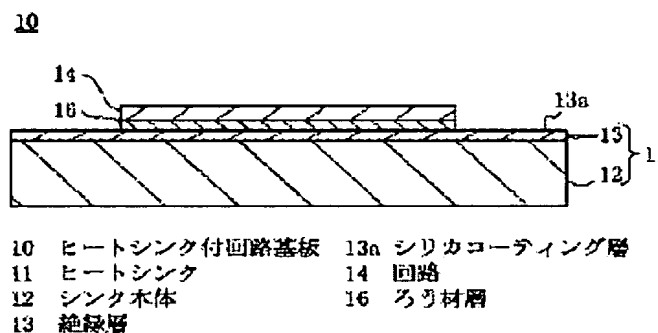
Priority number(s): JP20010184272 20010619

Report a data error here

Abstract of JP2003007895

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a circuit substrate which can elongate a heat cycle life of the circuit substrate and hold a heat transfer rate to a heat sink well.

SOLUTION: The heat sink 11 includes a sink body 12 and an insulation layer 13 formed on a surface of the sink body 12, a circuit 14 is adhesively layered on the insulation layer 13. The sink body 12 has a thermal expansion coefficient of $(2.0-10.0) \times 10^{-6} / \text{deg.C}$, the insulation layer 13 is made of an inorganic matter, and the circuit 14 is made of an Al alloy of a purity of 99.5%. Practically, the sink main body 12 is made of one of a Cu/Mo/Cu cladding material, Cu/CuO, AlSiC, AlC, CuSiC, or Mo, and the insulation layer 13 is a silica-coated layer 13a which is adhesively layered on a surface of the sink body 12. The circuit 14 is adhesively layered on the silica-coated layer 13a with a Al-based brazing material layer 16.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-7895

(P2003-7895A)

(43) 公開日 平成15年1月10日 (2003.1.10)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーマコード(参考) |
|-------------------------------------|-------|---------------|-------------------|
| H 0 1 L 23/12 | | H 0 5 K 1/02 | F 5 E 3 2 2 |
| 23/14 | | 1/03 | 6 1 0 E 5 E 3 3 8 |
| 23/373 | | 3/20 | Z 5 E 3 4 3 |
| H 0 5 K 1/02 | | 7/20 | C 5 F 0 3 6 |
| 1/03 | 6 1 0 | H 0 1 L 23/12 | J |
| 審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁) 最終頁に続く | | | |

(21) 出願番号 特願2001-184272(P2001-184272)

(22) 出願日 平成13年6月19日 (2001.6.19)

(71) 出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社

東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(72) 発明者 長瀬 敏之

埼玉県さいたま市北袋町1丁目297番地

三菱マテリアル株式会社総合研究所内

(72) 発明者 長友 義幸

埼玉県さいたま市北袋町1丁目297番地

三菱マテリアル株式会社総合研究所内

(74) 代理人 100085372

弁理士 須田 正義

最終頁に続く

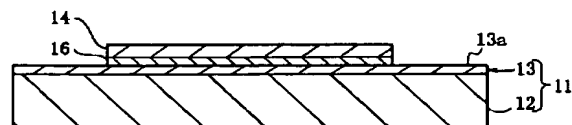
(54) 【発明の名称】 ヒートシンク付回路基板

(57) 【要約】

【課題】 回路基板の熱サイクル寿命を延し、回路からヒートシンクへの熱伝導率を良好に保つ。

【解決手段】 ヒートシンク11は、シンク本体12と、このシンク本体12の表面に形成された絶縁層13とを備え、この絶縁層13には回路14が積層接着される。上記シンク本体12は(2.0~10.0)×10⁻⁴/°Cの熱膨張係数を有し、上記絶縁層13は無機物により形成され、更に上記回路14は99.5%以上の純度のAl合金により形成される。具体的には、シンク本体12はCu/Mo/Cuのクラッド材、Cu/CuO、AlSiC、AlC、CuSiC又はMoのいずれかにより形成され、絶縁層13はシンク本体12の表面に積層接着されたシリカコーティング層13aである。また回路14はシリカコーティング層13aにAl系のろう材層16により積層接着される。

10



- 10 ヒートシンク付回路基板 13a シリカコーティング層
 11 ヒートシンク 14 回路
 12 シンク本体 16 ろう材層
 13 絶縁層

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ヒートシンク(11)がシンク本体(12)とこのシンク本体(12)の表面に形成された絶縁層(13)とを備え、前記絶縁層(13)に回路(14)が積層接着されたヒートシンク付回路基板において、前記シンク本体(12)が $(2.0 \sim 10.0) \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ の熱膨張係数を有し、前記絶縁層(13)が無機物により形成され、前記回路(14)が99.5%以上のAl純度を有するAl合金により形成されたことを特徴とするヒートシンク付回路基板。

【請求項2】 シンク本体(12)がCu/Mo/Cuのクラッド材、Cu/CuO、AlSiC、AlC、CuSiC又はMoのいずれかにより形成され、絶縁層(13)が前記シンク本体の表面に積層接着されたシリカコーティング層(13a)であり、回路(14)が前記シリカコーティング層(13a)にAl系のろう材層(16)により積層接着された請求項1記載のヒートシンク付回路基板。

【請求項3】 シンク本体(22)が、Al/Mo/Alのクラッド材、AlSiC又はAlCのいずれかにより形成された芯部(22a)と、この芯部(22a)の全面を被覆するアルミニウム被覆体(22b)とを有し、絶縁層(23)が前記アルミニウム被覆体(22b)の表面を陽極酸化処理することにより形成された陽極酸化皮膜(23a)であり、回路(14)が前記陽極酸化皮膜(23a)にAl系のろう材層(16)により積層接着された請求項1記載のヒートシンク付回路基板。

【請求項4】 シンク本体(22)が、Al/Mo/Alのクラッド材、AlSiC又はAlCのいずれかにより形成された芯部(22a)と、この芯部(22a)の全面を被覆するアルミニウム被覆体(22b)とを有し、絶縁層(33)が、前記アルミニウム被覆体(22b)の表面を陽極酸化処理することにより形成された陽極酸化皮膜(23a)と、前記陽極酸化皮膜(23a)の表面に積層接着されたシリカコーティング層(13a)とを有し、回路(14)が前記シリカコーティング層(13a)にAl系のろう材層(16)により積層接着された請求項1記載のヒートシンク付回路基板。

【請求項5】 シリカコーティング層に窒化アルミ、窒化ボロン及びアルミナからなる群より選ばれた1種又は2種以上のフィラーが分散された請求項2又は4記載のヒートシンク付回路基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パワーモジュール用基板等の半導体装置の回路基板に関する。更に詳しくは半導体チップ等の発熱体から発生する熱を放散させるヒートシンクを有するヒートシンク付回路基板に関する

ものである。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の回路基板として、ベース金属板上の少なくとも一主面上に絶縁層を形成することにより金属ベース絶縁基板が形成され、この金属ベース絶縁基板上に回路又は少なくとも一層以上の回路基板が積層された金属ベース回路基板が開示されている(特開平8-64920号)。この金属ベース回路基板では、ベース金属板はアルミニウムやアルミニウム合金等により形成され、絶縁層は各種セラミック、無機粉体又は無機繊維を含有する高分子樹脂又は耐熱性高分子樹脂により形成され、回路は銅等により形成される。また金属ベース絶縁基板上に、回路を直接積層し、或いは回路基板を接着剤層を介して積層した状態で、 120°C で7時間加熱した後の重量減少率は絶縁材料単位体積に対して、 $9.0 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ 以下である。このように構成された金属ベース回路基板では、はんだリフロー前に 120°C で7時間加熱し、かつその加熱後の重量減少率が絶縁材料単位体積に対して、 $9.0 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ 以下であったので、はんだリフロー時に金属ベース回路基板に高温の熱衝撃が作用しても、絶縁層と回路との界面や、接着剤層と回路基板との界面に、膨れや剥がれが発生しない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来の特開平8-64920号公報に示された金属ベース回路基板では、回路を銅により形成すると、この回路上に半導体チップをはんだ層を介して積層接着した場合、回路及び半導体チップへの通電及びその停止を繰返すことにより金属ベース回路基板に温度サイクルが作用し、この温度サイクル後に回路が加工硬化して上記はんだ層に歪みがたまり、はんだ層にクラックが発生するおそれがあった。また、上記従来の金属ベース回路基板では、絶縁層が樹脂により形成されているため、回路からベース金属板への熱伝導率が低下する問題点もあった。更に、上記従来の金属ベース回路基板では、厚いベース金属板を熱膨張係数の大きなアルミニウムにより形成し、かつ薄い回路上に熱膨張係数の小さい大型の半導体チップをはんだ層を介して積層接着すると、温度サイクル後に上記ベース金属板及び半導体チップの熱膨張係数の差に起因して、はんだ層にクラックが発生するおそれもあった。本発明の目的は、熱サイクル寿命を延すことができ、回路からヒートシンクへの熱伝導率を良好に保つことができる、ヒートシンク付回路基板を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、図1に示すように、ヒートシンク11がシンク本体12とこのシンク本体12の表面に形成された絶縁層13とを備え、絶縁層13に回路14が積層接着されたヒートシンク付回路基板の改良である。その特徴ある構成は、

シンク本体12が $(2.0 \sim 10.0) \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の熱膨張係数を有し、絶縁層13が無機物により形成され、回路14が99.5%以上のAl純度を有するAl合金により形成されたところにある。請求項2に係る発明は、請求項1に係る発明であって、更に図1に示すように、シンク本体12がCu/Mo/Cuのクラッド材、Cu/CuO、AlSiC、AlC、CuSiC又はMoのいずれかにより形成され、絶縁層13がシンク本体12の表面に積層接着されたシリカコーティング層13aであり、回路14がシリカコーティング層13aにAl系のろう材層16により積層接着されたことを特徴とする。この請求項1又は2に記載されたヒートシンク付回路基板では、ヒートシンク11と回路14上の半導体チップとが略同一の低熱膨張係数を有するので、回路基板10に熱サイクルを作用させても、はんだ層にクラックが発生することはない、回路基板10の熱サイクル寿命を延すことができる。

【0005】請求項3に係る発明は、請求項1に係る発明であって、更に図2に示すように、シンク本体22が、Al/Mo/Alのクラッド材、AlSiC又はAlCのいずれかにより形成された芯部22aと、この芯部22aの全面を被覆するアルミニウム被覆体22bとを有し、絶縁層23がアルミニウム被覆体22bの表面を陽極酸化処理することにより形成された陽極酸化皮膜23aであり、回路14が陽極酸化皮膜23aにAl系のろう材層16により積層接着されたことを特徴とする。この請求項3に記載されたヒートシンク付回路基板では、ヒートシンク21と回路14上の半導体チップとが略同一の低熱膨張係数を有するので、回路基板20に熱サイクルを作用させても、はんだ層にクラックが発生することはない、回路基板20の熱サイクル寿命を延すことができる。またろう材層16を介装することにより陽極酸化皮膜23aと回路14との密着性が良好となり、回路14の厚さを厚くしても剥離が生じない。

【0006】請求項4に係る発明は、請求項1に係る発明であって、更に図3に示すように、シンク本体22が、Al/Mo/Alのクラッド材、AlSiC又はAlCのいずれかにより形成された芯部22aと、この芯部22aの全面を被覆するアルミニウム被覆体22bとを有し、絶縁層33が、アルミニウム被覆体22bの表面を陽極酸化処理することにより形成された陽極酸化皮膜23aと、陽極酸化皮膜23aの表面に積層接着されたシリカコーティング層13aとを有し、回路14がシリカコーティング層13aにAl系のろう材層16により積層接着されたことを特徴とする。この請求項4に記載されたヒートシンク付回路基板では、ヒートシンク31と回路14上の半導体チップとが略同一の低熱膨張係数を有するので、回路基板30に熱サイクルを作用させても、はんだ層にクラックが発生することはない、回路基板30の熱サイクル寿命を延すことができる。またろ

う材層16を介装することによりシリカコーティング層13aと回路14との密着性が向上するとともに、回路14の絶縁耐圧を大きく確保できる。

【0007】請求項5に係る発明は、請求項2又は4に係る発明であって、更にシリカコーティング層に窒化アルミ、窒化ボロン及びアルミナからなる群より選ばれた1種又は2種以上のフィラーが分散されたことを特徴とする。この請求項5に記載されたヒートシンク付回路基板では、シリカコーティング層に所定のフィラーを分散することにより、シリカコーティング層の熱伝導率が高くなるので、回路からの熱が速やかにシンク本体に伝わる。

【0008】

【発明の実施の形態】次に本発明の第1の実施の形態を図面に基いて説明する。図1に示すように、ヒートシンク11は、シンク本体12と、このシンク本体12の表面に形成された絶縁層13とを備え、この絶縁層13には回路14が積層接着される。シンク本体12は $(2.0 \sim 10.0) \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは $(4.0 \sim 8.0) \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の熱膨張係数を有する材料により形成される。具体的には、シンク本体12はCu/Mo/Cuのクラッド材、Cu/CuO、AlSiC、AlC、CuSiC又はMoのいずれかにより1.0～3.0mmの厚さに形成される。シンク本体12の熱膨張係数を $(2.0 \sim 10.0) \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ に限定したのは、 $2.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 未満では、回路14とヒートシンク11との熱膨張係数差により回路14が剥がれ、 $10.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ を越えると、ヒートシンク11の熱膨張係数と、回路14上に積層接着された半導体チップ（はんだ付け）の熱膨張係数との差が大きくなり、熱サイクル付与後に半導体チップ直下のはんだにクラックが発生するからである。

【0009】なお、上記Cu/Mo/Cuのクラッド材製のシンク本体12は、1.3～0.5mmの厚さのCu板と、0.4～2mmの厚さのMo板と、1.3～0.5mmの厚さのCu板とをこの順に重ねた状態で、圧延又は圧接にて積層接着することにより形成され、Cu/CuO製のシンク本体12は、Cu粒子とCuO粒子とを混合・焼結した複合材により形成される。またAlSiC製のシンク本体12は、多孔質のSiC板にAlを含浸させることにより形成されるか、或いはSiC粉末及びAl粉末の混合粉末を板状に押し固めて焼結することにより形成され、AlC製のシンク本体12は、多孔質のカーボン板にAlを含浸させることにより形成される。更にCuSiC製のシンク本体12も、AlSiC製のシンク本体と同様に、多孔質のSiC板にCuを含浸させることにより形成されるか、或いはSiC粉末及びCu粉末の混合粉末を板状に押し固めて焼結することにより形成され、Mo製のシンク本体12は、Moの金属単体により形成される。

【0010】一方、絶縁層13は無機物により形成される。具体的には、絶縁層13はシンク本体12の表面に積層接着されたシリカコーティング層13aである。このシリカコーティング層13aの厚さは50nm~200μm、好ましくは0.5μm~100μmに形成される。シリカコーティング層13aの厚さを50nm~200μmの範囲に限定したのは、50nm未満ではCuとAlとの反応の抑制効果が乏しく、200μmを越えるとシリカコーティング層13aに割れが発生してCuとAlの反応を抑制できなくなるからである。またシリカコーティング層13aには、熱伝導率を高くするために、窒化アルミ、窒化ボロン及びアルミナからなる群より選ばれた1種又は2種以上のフィラーが分散されることが好ましい。これらのフィラーの平均粒径は0.05~10μmであり、その含有量はシリカコーティング層中のシリカ100重量%に対して30~60重量%であることが好ましい。また回路14はAl純度が99.5%以上、好ましくは99.98%以上であるAl合金により0.05~0.8mmの厚さに形成される。更に回路14はシリカコーティング層13aに、Al系ろう材、特に好ましくはAl-Si系のろう材層16により積層接着される。このろう材層16は80~98重量%のAlと、15~2重量%のSiと、5~0重量%のその他の成分との合金により形成される。

【0011】このように構成されたヒートシンク付回路基板10の製造方法を説明する。先ずシンク本体12の上面にシリカコーティング液をスピンコートするか、或いはシンク本体12をシリカコーティング液にディッピングした後、150~400℃に加熱して乾燥することにより、シンク本体12の一方の面或いは全面にシリカコーティング層13aを形成する。上記シリカコーティング液は、シリコンアルコキシドを主成分とし、その他にジルコニウムアルコキシドが混合される。シリカコーティング層13aの組成比は、シリカが55~100重量%、好ましくは70~95重量%であり、ジルコニアが45~0重量%、好ましくは30~5重量%である。次にシリカコーティング層13aを上側にしたヒートシンク11の上に、ろう材層16及び回路14となるAl合金板を重ねる。この状態でこれらに0.05~0.5MPaの圧力を加え、真空中又は非酸化性雰囲気中で600~630℃に加熱して積層接着する。ここで上記非酸化性雰囲気には、不活性ガス雰囲気、N₂雰囲気などがある。積層接着後、上記Al合金板をエッチング法により所定のパターンの回路14に形成する。更にこの回路14上にはんだ層（図示せず）を介して半導体チップ（図示せず）を積層接着する。

【0012】なお、シンク本体12がCuを含む材料、即ちCu/Mo/Cuのクラッド材、Cu/CuO又はCuSiCにより形成されている場合、回路基板10全体が600~630℃という高温雰囲気に曝されるけれ

ども、シンク本体12とろう材層16との間にシリカコーティング層13aが介装されている、即ちCuを含むシンク本体12とAlを含むろう材層16とが直接接触していないので、シンク本体12とろう材層16との界面が反応して金属間化合物が生成されることはない。従って、シンク本体12とろう材層16とが剥離することはない。

【0013】このように製造されたヒートシンク付回路基板10では、ヒートシンク11と回路14上の半導体チップとが略同一の低熱膨張係数を有するので、回路基板10に熱サイクルを作用させても、はんだ層にクラックが発生することなく、回路基板10の熱サイクル寿命を延すことができる。

【0014】図2は本発明の第2の実施の形態を示す。図2において図1と同一符号は同一部品を示す。この実施の形態では、シンク本体22が、(2.0~10.0)×10⁻⁶/℃、好ましくは(4.0~8.0)×10⁻⁶/℃の熱膨張係数を有する材料、即ちAl/Mo/Alのクラッド材、AlSiC又はAlCのいずれかにより形成された芯部22aと、この芯部22aの全面を被覆するアルミニウム被覆体22bとを有する。上記クラッド材製の芯部22aは、1.3~0.5mmの厚さのAl板と、0.4~2mmの厚さのMo板と、1.3~0.5mmの厚さのAl板とをこの順に重ねた状態で、圧延又は圧接にて積層接着することにより形成される。またAlSiC製の芯部22aは、多孔質のSiC板にAlを含浸させることにより形成されるか、或いはSiC粉末及びAl粉末の混合粉末を板状に押し固めて焼結することにより形成され、AlC製の芯部22aは、多孔質のカーボン板にAlを含浸させることにより形成される。更にアルミニウム被覆体22bはAl純度が95%以上、好ましくは99.98%以上の高純度のAl合金により0.05~1.3mmの厚さに形成される。

【0015】一方、絶縁層23はアルミニウム被覆体22bの表面を陽極酸化処理することにより形成された50~200μmの厚さの陽極酸化皮膜23aである。上記陽極酸化処理とは、上記アルミニウム被覆体22bを陽極とし、シュウ酸又は硫酸などの水溶液からなる電解液中に定電流を流して電解し、陽極で発生する原子状の酸素によりアルミニウムの表面に化学的に安定で硬質の酸化アルミニウムの皮膜（陽極酸化皮膜）を生成する処理をいう。更に回路14は陽極酸化皮膜23aに第1の実施の形態と同一のAl系のろう材層16、特に好ましくはAl-Si系のろう材層16により積層接着される。

【0016】このように構成されたヒートシンク付回路基板20の製造方法を説明する。先ず所定の型に芯部22aを収容してこの型にAlの溶湯を流し込んで冷却し、芯部22aをアルミニウム被覆体22bにより被覆

する。これによりシンク本体22が形成される。次いでアルミニウム被覆体22bの表面を陽極酸化処理することにより、アルミニウム被覆体22bの全表面に陽極酸化皮膜23aを形成する。これによりヒートシンク21が形成される。次にヒートシンク21の上へろう材層16及び回路14となるAl合金板を重ねる。この状態でこれらに0.05~0.5MPaの圧力を加え、真空中又は非酸化性雰囲気中で600~630℃に加熱して積層接着する。積層接着後、上記Al合金板をエッチング法により所定のパターン回路14に形成する。更にこの回路14上にはんだ層(図示せず)を介して半導体チップ(図示せず)を積層接着する。

【0017】このように製造されたヒートシンク付回路基板20では、ヒートシンク21と回路14上の半導体チップとが略同一の低熱膨張係数を有するので、回路基板20に熱サイクルを作用させても、はんだ層にクラックが発生することなく、回路基板20の熱サイクル寿命を延すことができる。またろう材層16を介装することにより回路14と陽極酸化皮膜23aとの密着性が良好となるため、厚さの厚い回路14や、より純度の低い回路14を用いても、回路14が剥離するのを防止できる。

【0018】図3は本発明の第3の実施の形態を示す。図3において図1及び図2と同一符号は同一部品を示す。この実施の形態では、シンク本体22が、第2の実施の形態と同一の芯部22a及びアルミニウム被覆体22bを有する。また絶縁層33は、第2の実施の形態と同一の陽極酸化皮膜23aと、この陽極酸化皮膜23aの表面に積層接着された第1の実施の形態と同一のシリカコーティング層13aとを有する。更に回路14はシリカコーティング層13aに、Al系のろう材層16、特に好ましくはAl-Si系のろう材層16により積層接着される。なお、シリカコーティング層13aには、第1の実施の形態と同様に、窒化アルミ、窒化ボロン及びアルミナからなる群より選ばれた1種又は2種以上のフィラーが分散されることが好ましい。

【0019】このように構成されたヒートシンク付回路基板30の製造方法を説明する。先ず所定の型に芯部22aを収容してこの型にAlの溶湯を流し込んで冷却し、芯部22aをアルミニウム被覆体22bにて被覆する。これによりシンク本体22が形成される。次いでアルミニウム被覆体22bの表面を陽極酸化処理することにより、アルミニウム被覆体22bの全表面に陽極酸化皮膜23aを形成する。次に陽極酸化皮膜23aの上面に、第1の実施の形態と同一のシリカコーティング液をスピンコートするか、或いはシンク本体をシリカコーティング液にディッピングした後に、150~400℃に加熱して乾燥することにより、シンク本体22の一方の面或いは全面にシリカコーティング層13aを形成する。これによりヒートシンク31が形成される。更にヒ

ートシンク31の上へろう材層16及び回路14となるAl合金板を重ねる。この状態でこれらに0.05~0.5MPaの圧力を加え、真空中又は非酸化性雰囲気中で600~630℃に加熱して積層接着する。積層接着後、上記Al合金板をエッチング法により所定のパターン回路14に形成し、更にこの回路14上にはんだ層(図示せず)を介して半導体チップ(図示せず)を積層接着する。

【0020】このように製造されたヒートシンク付回路基板30では、ヒートシンク31と回路14上の半導体チップとが略同一の低熱膨張係数を有するので、回路基板30に熱サイクルを作用させても、はんだ層にクラックが発生することなく、回路基板30の熱サイクル寿命を延すことができる。またろう材層16を介装することによりシリカコーティング層13aと回路14との密着性が向上するとともに、回路14の絶縁耐圧を大きく確保できる。なお、上記第1~第3の実施の形態では、ろう材層をAl-Si系ろう材により形成したが、Al-Mn系ろう材、Al-Cu系ろう材、Al-Ge系ろう材、Al-Mg系ろう材などにより形成してもよい。この場合、Al-Mn系ろう材は95~99.5重量%のAlと、2~0.5重量%のMnと、3~0重量%のその他の成分との合金であり、Al-Cu系ろう材は90~99重量%のAlと、7~1重量%のCuと、3~0重量%のその他の成分との合金であり、Al-Ge系ろう材は72~95重量%のAlと、25~5重量%のGeと、3~0重量%のその他の成分との合金であり、更にAl-Mg系ろう材は90~97重量%のAlと、7~3重量%のMgと、3~0重量%のその他の成分との合金であることが好ましい。

【0021】

【実施例】次に本発明の実施例を比較例とともに詳しく説明する。

<実施例1>図1に示すように、先ず縦×横×厚さが50×50×3mmのAlSiC製のシンク本体12の上面にシリカコーティング液をスピンコートした後に、300℃に加熱して乾燥することにより、シンク本体12の上面に厚さが200μmのシリカコーティング層13aを形成した。このシリカコーティング層13aの組成比は、シリカが80重量%であり、ジルコニアが20重量%であった。またシリカコーティング層13aは平均粒径が1.5μmである窒化アルミニウム粉末をシリカに対して50重量%含有した。次にシリカコーティング層13aを上側にしたヒートシンク11の上に、Al:Siが93重量%:7重量%であるAl-Si系のろう材層16と、純度が99.98%であって厚さが0.4mmである回路14となるAl合金板を重ねた。この状態でこれらに0.1MPaの圧力を加え、真空中で630℃に加熱して積層接着した。積層接着後、上記Al合金板をエッチング法により所定のパターン回路14に

形成した。この回路基板10を実施例1とした。

【0022】<実施例2>A1C製のシンク本体を用いたことを除いて、実施例1と同様にして回路基板を作製した。この回路基板を実施例2とした。

<実施例3>Mo製のシンク本体を用いたことを除いて、実施例1と同様にして回路基板を作製した。この回路基板を実施例3とした。

<実施例4>CuSiC製のシンク本体を用いたことを除いて、実施例1と同様にして回路基板を作製した。この回路基板を実施例4とした。

【0023】<実施例5>図3に示すように、先ず縦×横×厚さが50×50×3mmのA1SiC製の芯部22aを型に収容した状態でこの型にA1の溶湯を流し込んで冷却し、芯部22aがアルミニウム被覆体22bにより被覆されたシンク本体22を作製した。次いでアルミニウム被覆体22bの表面を陽極酸化処理することにより、アルミニウム被覆体22bの全表面に厚さが100μmの陽極酸化皮膜23aを形成した。次にアルミニウム被覆体22bの上面にシリカコーティング液をスピンコートした後に、300℃に加熱して乾燥することにより、陽極酸化皮膜23aの上面に厚さが100μmのシリカコーティング層13aを形成した。このシリカコーティング層13aを上側にしたヒートシンク31の上に、A1:Siが93重量%:7重量%であるA1-Si系のろう材層16と、純度が99.98%であって厚さが0.4mmである回路14となるA1合金板を重ねた。この状態でこれらに0.1MPaの圧力を加え、真空中で630℃に加熱して積層接着した。積層接着後、上記A1合金板をエッチング法により所定のパターンの回路14に形成した。この回路基板30を実施例5とした。

【0024】<実施例6>図2に示すように、先ず縦×横×厚さが50×50×30mmのA1SiC製の芯部22aを型に収容した状態でこの型にA1の溶湯を流し込んで冷却し、芯部22aがアルミニウム被覆体22bにより被覆されたシンク本体22を作製した。次いでアルミニウム被覆体22bの表面を陽極酸化処理することにより、アルミニウム被覆体22bの全表面に厚さが100μmの陽極酸化皮膜23aを形成した。次にヒートシンク21の上に、A1:Siが93重量%:7重量%であるA1-Si系のろう材層16と、純度が99.98%であって厚さが0.4mmである回路14となるA1合金板を重ねた。この状態でこれらに0.1MPaの圧力を加え、真空中で630℃に加熱して積層接着した。積層接着後、上記A1合金板をエッチング法により所定のパターンの回路14に形成した。この回路基板20を実施例6とした。

【0025】<実施例7>A1C製の芯部を用いたことを除いて、実施例5と同様にして回路基板を作製した。この回路基板を実施例7とした。

<実施例8>厚さがそれぞれ1mmである2枚のA1板により厚さが1mmであるMo板を挟持したクラッド材(A1/Mo/A1のクラッド材)により芯部を形成したことを除いて、実施例5と同様にして回路基板を作製した。この回路基板を実施例8とした。

<実施例9>A1SiC製のシンク本体を用い、シリカコーティング層にフィラーを分散しなかったことを除いて、実施例1と同様にして回路基板を作製した。この回路基板を実施例9とした。

10 【0026】<実施例10>A1:Mnが98.5重量%:1.5重量%であるA1-Mn系のろう材層を用いたことを除いて、実施例1と同様にしてセラミック回路基板を作製した。このセラミック回路基板を実施例10とした。

<実施例11>A1:Cuが95.5重量%:4.5重量%であるA1-Cu系のろう材層を用いたことを除いて、実施例1と同様にしてセラミック回路基板を作製した。このセラミック回路基板を実施例11とした。

20 <実施例12>A1:Geが85重量%:15重量%であるA1-Ge系のろう材層を用いたことを除いて、実施例1と同様にしてセラミック回路基板を作製した。このセラミック回路基板を実施例12とした。

<実施例13>A1:Mgが95重量%:5重量%であるA1-Mg系のろう材層を用いたことを除いて、実施例1と同様にしてセラミック回路基板を作製した。このセラミック回路基板を実施例13とした。

30 【0027】<比較例1>先ずセラミック基板の両面に第1及び第2アルミニウム板を積層接着した後に、第2アルミニウム板をエッチング法により所定のパターンの回路に形成した。次いで第2アルミニウム板上にニッケルめっきを施した後に、このニッケルめっき上にPb-10Snはんだを用いて半導体チップをダイボンドした。次に銅板からなるヒートシンクの上にPb-Sn共晶はんだを重ね、このPb-Sn共晶はんだの上に、第1アルミニウム板を下側にしてセラミック基板を重ねて積層接着した。更にA1ワイヤを用いて半導体チップと第2アルミニウム板とをワイヤボンディングした。この半導体チップを搭載したセラミック回路基板を比較例1とした。

40 【0028】<比較試験及び評価>実施例1~13の回路上にニッケルめっきを施し、このニッケルめっき上にPb-10Snはんだを用いて半導体チップをダイボンドし、更にA1ワイヤを用いて半導体チップと第2アルミニウム板とをワイヤボンディングして、回路基板上に半導体チップを搭載した。上記実施例1~13の半導体チップを搭載した回路基板と、比較例1の半導体チップを搭載したセラミック回路基板について、-40℃から125℃までの昇温及び125℃から-40℃までの降温を1サイクルとする温度サイクル試験を3000回行った。また温度サイクル試験前の半導体チップ表面及び

ヒートシンク裏面間の熱抵抗 ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$) を測定し、3000サイクルの温度サイクル試験後の半導体チップ表面及びヒートシンク裏面間の熱抵抗を測定した。なお、3000サイクルの温度サイクル試験後の熱抵抗は温度サイクル試験前の熱抵抗からの上昇率 (%) で示した。また回路とヒートシンクとの界面の信頼性は剥離の有無に*

*より評価した。これらの結果を、シンク本体の種類と、陽極酸化皮膜及びシリカコーティング層 (SiO_2 層) の厚さと、フィラーの種類とともに表1に示す。
【0029】
【表1】

| | ろう材層の種類 | ヒートシンク | | | | 熱抵抗 | | 回路とヒートシンクとの界面の信頼性 (サイクル) |
|-------|---------|-------------------|-------------|--------------------|------|---------------|-------------|--------------------------|
| | | シンク本体 | 絶縁層の厚さ (μm) | | フィラー | サイクル試験前 (℃/W) | サイクル試験後 (℃) | |
| | | | 陽極酸化皮膜 | SiO ₂ 層 | | | | |
| 実施例 1 | Al-Si | AlSiC | 0 | 200 | AlN | 0.91 | 3.0 | 3000以上 |
| 実施例 2 | Al-Si | AlC | 0 | 200 | AlN | 0.92 | 3.3 | 3000以上 |
| 実施例 3 | Al-Si | Mo | 0 | 200 | AlN | 0.95 | 3.0 | 3000以上 |
| 実施例 4 | Al-Si | CuSiC | 0 | 200 | AlN | 0.90 | 3.8 | 3000以上 |
| 実施例 5 | Al-Si | AlSiC Al被覆体 | 100 | 100 | AlN | 0.91 | 3.0 | 3000以上 |
| 実施例 6 | Al-Si | AlSiC Al被覆体 | 100 | 0 | なし | 0.91 | 3.1 | 3000以上 |
| 実施例 7 | Al-Si | AlC Al被覆体 | 100 | 100 | AlN | 0.92 | 3.0 | 3000以上 |
| 実施例 8 | Al-Si | Al/Mo/Al Al被覆体 | 100 | 100 | AlN | 0.94 | 3.0 | 3000以上 |
| 実施例 9 | Al-Si | AlSiC | 0 | 200 | なし | 0.92 | 4.1 | 3000以上 |
| 実施例10 | Al-Mn | AlSiC | 0 | 200 | AlN | 0.91 | 3.5 | 3000以上 |
| 実施例11 | Al-Cu | AlSiC | 0 | 200 | AlN | 0.91 | 3.5 | 3000以上 |
| 実施例12 | Al-Ge | AlSiC | 0 | 200 | AlN | 0.91 | 3.5 | 3000以上 |
| 実施例13 | Al-Mg | AlSiC | 0 | 200 | AlN | 0.91 | 3.8 | 3000以上 |
| 比較例 1 | Pb-Sn | Cu | 0 | 0 | なし | 1 | 100以上 | 1000 |

【0030】表1から明かなように、比較例1では、サイクル試験後の熱抵抗が100%以上も上昇したのに対し、実施例1～13では、3.0～4.1%と僅かしか上昇しなかった。また比較例1では、回路とヒートシンクとの界面の信頼性が1000サイクルと短かったのに対し、実施例1～13では、3000サイクル以上と延びた。

【0031】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、シンク本体が $(2.0 \sim 10.0) \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$ の熱膨張係数を有し、絶縁層を無機物により形成し、更に回路を99.5%以上の純度のAl合金により形成したので、ヒートシンクが回路上の半導体チップと略同一の低熱膨張係数を有する。この結果、回路基板に熱サイクルを作用させても、はんだ層にクラックが発生することはないので、回路基板の熱サイクル寿命を延すことができる。またシンク本体をCu/Mo/Cuのクラッド材、Cu/CuO、AlSiC、AlC、CuSiC又はMoのいずれかにより形成し、絶縁層がシンク本体の表面に積層接着されたシリカコーティング層であり、更に回路をシリカコーティング層にAl系のろう材層により積層接

着すれば、上記とどのような効果が得られる。

【0032】またシンク本体が、Al/Mo/Alのクラッド材、AlSiC又はAlCのいずれかにより形成された芯部と、この芯部の全面を被覆するアルミニウム被覆体とを有し、絶縁層がアルミニウム被覆体の表面を陽極酸化処理することにより形成された陽極酸化皮膜であり、更に回路を陽極酸化皮膜にAl系のろう材層により積層接着すれば、上記と同様の効果が得られるとともに、ろう材層を介装することにより陽極酸化皮膜と回路との密着性が良好となり、回路の厚さを厚くしても剥離が生じない。またシンク本体が上記芯部とアルミニウム被覆体とを有し、絶縁層が上記陽極酸化皮膜と、陽極酸化皮膜の表面に積層接着されたシリカコーティング層とを有し、更に回路をシリカコーティング層にAl系のろう材層により積層接着すれば、上記と同様の効果が得られるとともに、ろう材層を介装することによりシリカコーティング層と回路との密着性が向上し、回路の絶縁耐圧を大きく確保できる。更にシリカコーティング層に、窒化アルミ、窒化硼素及びアルミナからなる群より選ばれた1種又は2種以上のフィラーを分散すれば、シリカコーティング層の熱伝導率が高くなるので、回路から

13

の熱が速やかにシンク本体に伝わる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明第1実施形態のヒートシンク付回路基板の断面図。

【図2】本発明第2実施形態のヒートシンク付回路基板の断面図。

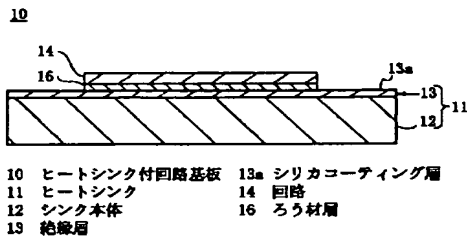
【図3】本発明第3実施形態のヒートシンク付回路基板の断面図。

【符号の説明】

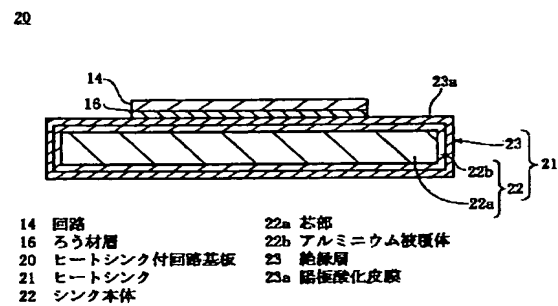
10、20、30 ヒートシンク付回路基板

*10

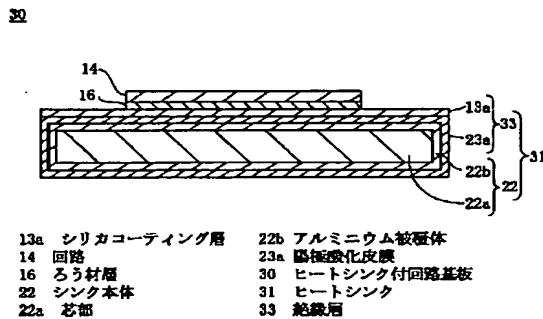
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

H05K 3/20
7/20

識別記号

F I

H01L 23/14
23/36

テーマコード(参考)

M
M

F ターム(参考) 5E322 AA11 AB02 AB06 AB09 FA04
5E338 AA01 AA15 AA18 BB02 BB05
BB12 BB22 BB71 BB80 EE02
5E343 AA02 AA23 BB01 BB04 BB06
BB28 BB67 CC01 CC06 DD56
DD62 EE22 ER47 GG01 GG11
5F036 AA01 BA23 BB08 BC22 BD01
BD03 BD11